

**(2) Japanese Patent Application Laid-Open No. 2003-282527**

**“SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND SUBSTRATE  
PROCESSING METHOD”**

5           The following is English translation of [Claim 1] from the above-identified  
document relevant to the present application.

[Claim 1] A substrate processing apparatus comprising an etching processing part for  
etching a surface of a substrate by means of an etchant droplet spraying means for  
10   spraying droplets produced by mixing etchant with a gas to hit against said surface of  
said substrate.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-282527

(P2003-282527A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003. 10. 3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/306  
21/02  
21/3205

識別記号

F I

H 0 1 L 21/02  
21/306  
21/88

テームト\* (参考)

Z 5 F 0 3 3  
J 5 F 0 4 3  
K

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-89500 (P2002-89500)

(22) 出願日 平成14年3月27日 (2002. 3. 27)

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 平得 貞雄

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(74) 代理人 100101328

弁理士 川崎 実夫 (外1名)

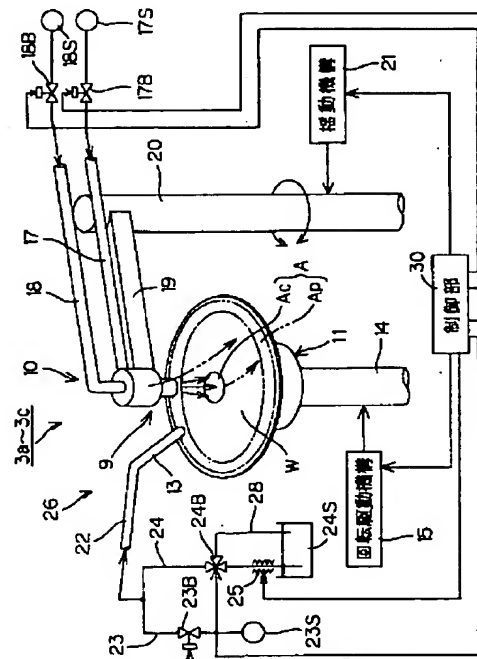
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【要約】

【課題】 基板表面の突出部による段差が大きい場合でも、基板表面を良好に平坦化できる基板処理装置および基板処理方法を提供する。

【解決手段】 エッチング処理部3a~3cは、ウエハWをほぼ水平に保持して回転するスピンドルベース11と、スピンドルベース11に保持されたウエハWに向けてエッチング液の液滴を噴射するエッチング液滴噴射装置10と、スピンドルベース11に保持されたウエハWにエッチング液および純水を切り換えて供給可能な処理液供給装置26とを含んでいる。エッチング液滴噴射装置10は、二流体ノズル9と、二流体ノズル9に連通接続され、二流体ノズル9にエッチング液および圧縮空気をそれぞれ供給するエッチング液配管17および圧縮空気配管18とを含んでいる。二流体ノズル9は、供給されたエッチング液と空気を混合してエッチング液の液滴を生成し、ウエハWに向けて噴射できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】エッチング液と気体とが混合されて生成された液滴を噴射して基板の表面に衝突させるエッチング液滴噴射手段により上記基板の表面のエッチングを行うエッチング処理部を含むことを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】上記エッチング液滴噴射手段は、エッチング液と気体と混合してエッチング液の液滴を生成させ、このエッチング液の液滴を基板の表面に噴射する二流体ノズルと、この二流体ノズルに接続され、この二流体ノズルにエッチング液を供給するエッチング液供給管と、上記二流体ノズルに接続され、上記二流体ノズルに気体を供給する気体供給管とを含むことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項3】上記二流体ノズルによりエッチング液の液滴を基板に噴射する際の上記二流体ノズルと上記基板との間隔が5mmないし50mmであることを特徴とする請求項2記載の基板処理装置。

【請求項4】上記エッチング液滴噴射手段によるエッチング液の液滴の噴射方向と上記基板の法線方向とがなす角度が45°以内であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項5】上記エッチング処理部が、基板を保持する基板保持手段と、この基板保持手段に保持された基板と上記エッチング液滴噴射手段とを相対的に移動させる移動手段とをさらに含むことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項6】上記エッチング処理部が、上記基板保持手段に保持された基板を回転させる回転駆動機構をさらに含むことを特徴とする請求項5記載の基板処理装置。

【請求項7】上記エッチング処理部が、上記基板の表面に処理液を供給する処理液供給手段をさらに含むことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項8】上記処理液がエッチング液および純水を含み、上記処理液供給手段がエッチング液と純水とを切り換えて上記基板の表面に供給可能であることを特徴とする請求項7記載の基板処理装置。

【請求項9】上記処理液供給手段は、上記エッチング液滴噴射手段が噴射するエッチング液滴よりも速いエッチング速度で基板表面におけるエッチングを進行させるエッチング液を上記処理液として吐出するものであることを特徴とする請求項7または8記載の基板処理装置。

【請求項10】上記処理液供給手段により供給されるエッチング液を加熱するエッチング液加熱手段をさらに含むことを特徴とする請求項9記載の基板処理装置。

【請求項11】上記基板に対してメッキ処理を施すメ

キ処理部をさらに含むことを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項12】上記基板のアニールを行うアニール処理部をさらに備えたことを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項13】エッチング液と気体とが混合されて生成された液滴を基板の表面に衝突させて上記基板の表面をエッチングする第1エッチング工程を含むことを特徴とする基板処理方法。

10 【請求項14】上記第1エッチング工程におけるエッチング液の液滴の上記基板に対する衝突速度が、10m/sないし300m/sであることを特徴とする請求項13記載の基板処理方法。

【請求項15】上記第1エッチング工程におけるエッチング液の液滴の径が、0.1μmないし100μmであることを特徴とする請求項13または14記載の基板処理方法。

【請求項16】上記基板を回転させる基板回転工程をさらに含み、

20 【請求項17】上記第1エッチング工程が、上記基板回転工程で回転している上記基板に対して実施されることを特徴とする請求項13ないし15のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項18】上記第1エッチング工程が、上記基板上においてエッチング液の液滴が衝突する液滴衝突領域を、上記基板の中心部と周縁部との間で移動させる液滴衝突領域移動工程と、

この液滴衝突領域移動工程における上記液滴衝突領域の移動速度を、上記基板中心部より上記基板周縁部の方が遅くなるように変化させる移動速度制御工程とを含むことを特徴とする請求項16記載の基板処理方法。

30 【請求項19】上記第1エッチング工程が、第1の流量で吐出されたエッチング液に第2の流量で吐出された気体を吹き付けてエッチング液の液滴を生成するエッチング液滴生成工程を含み、

上記エッチング液滴生成工程が、上記第2の流量を変化させる工程を含むことを特徴とする請求項13ないし17のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項20】上記第1エッチング工程の後、上記基板の表面にエッチング液を供給して上記基板の表面をエッチングする第2エッチング工程と、

この第2エッチング工程の後、上記基板の表面に純水を供給して上記基板を洗浄する洗浄工程とをさらに含むことを特徴とする請求項13ないし18のいずれかに記載の基板処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板、液晶表示装置用ガラス基板等の基板の表面をエッチングにより平坦化できる基板処理装置および基板処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】いわゆるダマシン工程では、半導体基板上の絶縁膜に配線溝やホールを形成し、その配線溝等の内部に銅薄膜が埋め込まれる。その際、先ず、メッキにより、配線溝等の内部を含めて半導体基板の表面全域に銅薄膜が形成され、その後、CMP (Chemical Mechanical Polishing) によって、配線溝等の内部にのみ銅薄膜が残され、他の領域からは銅薄膜が除去される。

【0003】メッキをする際、予めスパッタにより半導体基板表面にシード層を形成し、専用のメッキ液を用いてメッキすることにより、配線溝またはホールの底部から銅薄膜を成長（ボトムアップ）させ、配線溝等の内部に空隙ができないようにできる。この方式のメッキでは、配線溝等が銅薄膜で埋められた後、配線溝等の上方の銅薄膜が膨らんで突出部が形成され、この突出部により基板表面に段差が形成される。

【0004】このような段差を有する銅薄膜は、その後のCMP工程によって或る程度平坦化することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、半導体基板上に形成されるパターンが密になり、幅が狭い配線溝や径が小さいホールが近接して配されると、銅薄膜の突出部が重なり合ってさらに大きな段差が形成される。このような大きな段差は、CMPによる研磨で完全に平坦化するのが困難であった。また、CMPは、研磨パッドを基板全面に押し当てて研磨する工程であるので、半導体基板上に形成された銅薄膜の膜厚が半導体基板上の各部でほぼ同じでなければ、半導体基板全面に渡って銅薄膜を均一に研磨することができない。ところが、電解メッキにより半導体基板に銅薄膜を形成した場合、半導体基板の中央部と周縁部とで銅薄膜の厚さは一様にはならず、このことがCMP工程をさらに困難にしている。

【0006】さらに、CMPは研磨剤を用いるので、半導体装置の製造工程における他の工程のようにクリーンな工程ではない。したがって、CMPは隔離された専用の部屋で行わねばならず、半導体装置の製造工程が複雑になっていた。さらに、メッキ装置とCMP装置とは異質の装置であるため、インライン化することは無意味とされていた。このため、メッキ装置とCMP装置とが別個に用意され、メッキ工程と研磨工程とが一連の工程として行われていなかった。

【0007】さらに、メッキによる銅薄膜の形成後、アニールを行って銅薄膜を焼きしめなければ、CMPにより均一な研磨ができなかった。したがって、CMPを行うためには必ずアニール工程が必要であり、製造工程が複雑になっていた。そこで、この発明の目的は、基板表面の突出部による段差が大きい場合でも、基板表面を良好に平坦化できる基板処理装置を提供することである。この発明の他の目的は、基板表面に形成された薄膜の厚

さ分布が一様でない場合でも、この薄膜を均一に平坦化できる基板処理装置を提供することである。

【0008】この発明のさらに他の目的は、クリーンな工程で基板上の薄膜を平坦化または薄型化できる基板処理装置を提供することである。この発明のさらに他の目的は、メッキ工程と平坦化工程（薄型化工程）とを1つの装置で実施できる基板処理装置を提供することである。この発明のさらに他の目的は、アニール処理が施されていない基板に対しても、表面を均一に薄型化できる基板処理装置を提供することである。

【0009】この発明のさらに他の目的は、基板表面の突出部による段差が大きい場合でも、基板表面を良好に平坦化できる基板処理方法を提供することである。この発明のさらに他の目的は、基板表面に形成された薄膜の厚さ分布が一様でない場合でも、この薄膜の突出部を基板全面に渡ってなくすることができる基板処理方法を提供することである。この発明のさらに他の目的は、クリーンな工程で基板表面を平坦化または薄型化できる基板処理方法を提供することである。

【0010】この発明のさらに他の目的は、基板表面を薄型化する前に、アニール工程を必要としない基板処理方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記の課題を解決するための請求項1記載の発明は、エッチング液（L1）と気体とが混合されて生成された液滴（Ld）を噴射して基板（W）の表面に衝突させるエッチング液滴噴射手段（10）により上記基板の表面のエッチングを行うエッチング処理部（3a～3c）を含むことを特徴とする基板処理装置である。

【0012】なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。エッチング液滴噴射手段によって噴射されたエッチング液の液滴の大部分は、基板表面に衝突した後、跳ね返ることなく基板の表面に沿って大きな速度で拡がる。たとえば、基板の表面に金属膜などの薄膜が形成されており、この薄膜が突出部による段差を有している場合、基板（薄膜）表面に沿って拡がるエッチング液は、薄膜表面の突出部をそれ以外の部分と比べて、より大きいエッチング速度でエッチングする。

【0013】これは、エッチング液を液滴にせず基板表面に供給した場合と大きく異なる点である。エッチング液を液滴にせずそのまま基板表面に供給した場合、エッチング液は薄膜表面に対して等方的に作用するので、薄膜は表面に段差を有したままエッチングされていく。しかし、エッチング液の液滴を生成して基板に衝突させると、薄膜は等方的にエッチングされるのではなく、突出部が選択的にエッチングされる。その結果、薄膜は、突出部が除去されて平坦化される。薄膜表面の突出部による段差が大きい場合であっても、薄膜表面は良好に平

平坦化される。

【0014】エッチング液の液滴が基板に衝突する速度が大きいほど、エッチング液が基板の表面に沿って広がる速度は大きくなり、薄膜の突出部は効率的にエッチングされる。エッチング液は、基板表面が全体として緩やかな湾曲面をなしていた場合でも、基板表面に沿って広がることができ、薄膜の局所的な突出部をエッチングできる。したがって、基板表面に形成された薄膜の厚さ分布が一樣でない場合でも、基板全面に渡って突出部をなくすことが可能である。たとえば、電解メッキにより半導体基板に銅薄膜が形成され、半導体基板の中央部と周縁部とで銅薄膜の厚さが異なっていた場合でも、銅薄膜の突出部を半導体基板全面に渡ってなくすことができる。

【0015】また、基板表面に形成された薄膜がアニールにより焼きしめられていない場合でも、エッチング液により薄膜を均一に薄型化できる。したがって、この基板処理装置により基板表面を薄型化する前に、アニール工程を実施する必要はない。なお、「薄型化」とは、表面に配線溝などの凹所を有する基板上に薄膜が形成されている場合には、凹所の内部にのみ薄膜が残るまで薄膜を薄くすることを含むものとする（以下同じ）。

【0016】基板が半導体基板であり、基板表面に形成された薄膜が金属膜である場合、金属膜は、銅（Cu）薄膜以外に、たとえば、アルミニウム（Al）薄膜であってもよい。このような基板処理装置は、CMPのように物理的な研磨を伴わずに、エッチング液による化学的な作用のみによって薄膜を平坦化したり、薄膜を一樣に薄型化できる。すなわち、これらの工程は発塵を伴わずクリーンである。このため、この基板処理装置を薄型化（平坦化）工程以外の工程を実施する装置と同じ部屋に配して使用できる。

【0017】請求項2記載の発明は、上記エッチング液滴噴射手段は、エッチング液と気体と混合してエッチング液の液滴を生成させ、このエッチング液の液滴を基板の表面に噴射する二流体ノズル（9）と、この二流体ノズルに接続され、この二流体ノズルにエッチング液を供給するエッチング液供給管（17）と、上記二流体ノズルに接続され、上記二流体ノズルに気体を供給する気体供給管（18）とを含むことを特徴とする請求項1記載の基板処理装置である。

【0018】エッチング液供給管から二流体ノズル内にエッチング液を吐出させ、気体供給管から二流体ノズル内に圧縮空気や窒素（N<sub>2</sub>）ガスなどの不活性ガスの高圧ガスを吐出させて、吐出されたエッチング液に横方向から高圧ガスを吹き付けることにより、エッチング液を微細な液滴にすることができる。高圧ガスの流量（圧力）を調整することにより、エッチング液の液滴の大きさや基板に対する衝突速度を制御することができる。二流体ノズルは、開放された空間でエッチング液に気体を

吹き付けて液滴を生成し噴射するもの（外部混合）であってもよく、二流体ノズル内でエッチング液に気体を吹き付けて液滴を生成し、二流体ノズルの外部に液滴を噴射するもの（内部混合）であってもよい。

【0019】二流体ノズルによりエッチング液の液滴を基板に噴射する際の二流体ノズルと基板との間隔は、たとえば、請求項3記載のように5mmないし50mmとすることができる。これにより、十分大きな衝突速度でエッチング液の液滴を基板に衝突させて、基板表面を良好に平坦化できる。請求項4記載の発明は、上記エッチング液滴噴射手段によるエッチング液の液滴の噴射方向と上記基板の法線方向とがなす角度が45°以内であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の基板処理装置である。

【0020】エッチング液の液滴の基板に対する衝突速度のうち基板の法線方向の成分が大きいと、衝突後のエッチング液の基板表面に沿う移動速度が大きくなる。本発明によれば、エッチング液の液滴は、基板の法線方向と小さな（45°以内の）角度をなして噴射されるので、基板に対する衝突速度のうち基板の法線方向の成分は大きくなる。したがって、薄膜を好適に平坦化させることができる。エッチング液滴噴射手段によるエッチング液の液滴の噴射方向と基板の法線方向とがなす角度は、より好ましくはほぼ0°である。すなわち、エッチング液の液滴は、基板に対してほぼ垂直に衝突されることがより好ましい。

【0021】請求項5記載の発明は、上記エッチング処理部が、基板を保持する基板保持手段（11）と、この基板保持手段に保持された基板と上記エッチング液滴噴射手段とを相対的に移動させる移動手段（15、21）とをさらに含むことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の基板処理装置である。エッチング液の液滴は、基板に衝突した後基板表面に沿って適当な距離を移動すると、基板に対する移動速度が減衰されて止まる。したがって、エッチング液の液滴が基板に衝突する領域が基板表面に対して狭い場合は、基板表面（薄膜）のうちエッチングされない領域が残ることがある。

【0022】この発明によれば、基板とエッチング液滴噴射手段とを相対的に移動させることにより、基板に対してエッチング液の液滴が衝突する領域を移動させ、基板全面に渡って薄膜をエッチングできる。移動手段は、たとえば、エッチング液滴噴射手段を基板の面内方向に任意に移動可能なものであってもよい。請求項6記載の発明は、上記エッチング処理部が、上記基板保持手段に保持された基板を回転させる回転駆動機構（15）をさらに含むことを特徴とする請求項5記載の基板処理装置である。

【0023】この発明によれば、回転駆動機構により基板を回転させ、移動手段によりエッチング液滴噴射手段を基板の中心部と周縁部との間で移動させながら、エッ

エッチング液の液滴を噴射させることにより、基板全面に渡って薄膜をエッチングすることができる。また、回転駆動機構で基板を回転させることにより、基板表面上のエッチング液を遠心力により振り切って、新たに基板表面に衝突するエッチング液の液滴が基板表面に沿って拡がりやすくなることができる。

【0024】請求項7記載の発明は、上記エッチング処理部が、上記基板の表面に処理液を供給する処理液供給手段(26)をさらに含むことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の基板処理装置である。処理液供給手段により基板表面に処理液を供給して、薄膜の平坦化以外の処理を行うことができる。処理液は、たとえば、請求項8記載のように、エッチング液および純水を含むものとして供給することができる。この場合、処理液供給手段によりエッチング液を基板表面に供給して、表面が平坦化された後の薄膜を一様に薄くすることができる。このとき、薄膜は等方的にエッチングされてもよいので、エッチング液を液滴にすることなくそのまま基板表面に供給できる。

【0025】また、処理液供給手段により純水を基板表面に供給して、基板表面の洗浄を行うことができる。請求項9記載の発明は、上記処理液供給手段は、上記エッチング液滴噴射手段が噴射するエッチング液滴よりも速いエッチング速度で基板表面におけるエッチングを進行させるエッチング液を上記処理液として吐出するものであることを特徴とする請求項7または8記載の基板処理装置である。

【0026】薄膜の平坦化工程においては、薄膜表面の突出部のみがエッチングされればよく、この工程に用いられるエッチング液は、薄膜全体を短時間で薄くするためには必ずしも適したものではない。そこで、薄膜表面の平坦化が終了した後、たとえば、酸などの有効成分の濃度が高いエッチング液を処理液供給手段により供給して、薄膜を全体的に短時間で薄くできる。請求項10記載の発明は、上記処理液供給手段により供給されるエッチング液を加熱するエッチング液加熱手段(25)をさらに含むことを特徴とする請求項9記載の基板処理装置である。

【0027】この発明によれば、エッチング液加熱手段によりエッチング液を加熱して、処理液供給手段により高温のエッチング液を基板表面に供給できる。これにより、平坦化後の薄膜に高温のエッチング液を供給することができる。エッチング液加熱手段により加熱され、処理液供給手段により供給されるエッチング液の温度は、エッチング液滴噴射手段から噴射されるエッチング液滴の温度より高いものとして供給することができる。これにより、処理液供給手段により供給されるエッチング液と、エッチング液滴噴射手段から噴射されるエッチング液とが、同じ種類で有効成分の濃度が同じであっても、平坦化後の薄膜を短時間で薄くできる。

【0028】請求項11記載の発明は、上記基板に対してメッキ処理を施すメッキ処理部(2a~2c)をさらに含むことを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載の基板処理装置である。この基板処理装置は、メッキ処理と平坦化または薄型化のためのエッチング処理とを連続して行うことができる。エッチング処理部は、メッキ処理部と同様に処理液を用いた化学的作用により基板を処理するものであるため、このようなインライン化が可能である。

10 【0029】この基板処理装置は、さらに、基板を搬送してメッキ処理部やエッチング処理部に基板を搬入/搬出する搬送ロボットを備えていてもよい。この場合、メッキ処理部、エッチング処理部、および搬送ロボットの動作を制御部により制御するように構成することにより、メッキ処理からエッチング処理まで自動的に連続して行うことができる。基板処理装置は、さらに、未処理および処理後の基板を収容する基板収容部を備えていてもよく、この場合、搬送ロボットは、基板収容部とメッキ処理部またはエッチング処理部との間で、基板を搬送可能なものであってもよい。

【0030】請求項12記載の発明は、上記基板のアニールを行うアニール処理部(6a, 6b)をさらに備えたことを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の基板処理装置である。アニール処理により、基板表面に形成された薄膜の特性(緻密度)を向上させることができる。請求項13記載の発明は、エッチング液と気体とが混合されて生成された液滴を基板の表面に衝突させて上記基板の表面をエッチングする第1エッチング工程を含むことを特徴とする基板処理方法である。

30 【0031】この発明は、請求項1記載の基板処理装置により実施でき、請求項1記載の基板処理装置と同様の効果を奏することができる。請求項14記載の発明は、上記第1エッチング工程におけるエッチング液の液滴の上記基板に対する衝突速度が、10m/sないし300m/sであることを特徴とする請求項13記載の基板処理方法である。この基板処理方法は、基板に衝突した後基板表面に沿って拡がるエッチング液の速度を十分大きくすることができ、基板表面に形成された薄膜を良好に平坦化できる。このような速度で基板に衝突するエッチング液の液滴は、たとえば、請求項2記載の基板処理装置により生成できる。

【0032】請求項15記載の発明は、上記第1エッチング工程におけるエッチング液の液滴の径が、0.1μmないし100μmであることを特徴とする請求項13または14記載の基板処理方法である。このような径のエッチング液の液滴により、基板表面に形成された薄膜を良好に平坦化できる。このような径のエッチング液の液滴は、たとえば、請求項2記載の基板処理装置により生成できる。

50 【0033】請求項16記載の発明は、上記基板を回転

させる基板回転工程をさらに含み、上記第1エッチング工程が、上記基板回転工程で回転している上記基板に対して実施されることを特徴とする請求項13ないし15のいずれかに記載の基板処理方法である。この基板処理方法は、請求項6記載の基板処理装置により実施でき、請求項6記載の基板処理装置と同様の効果を奏することができる。

【0034】請求項17記載の発明は、上記第1エッチング工程が、上記基板上においてエッチング液の液滴が衝突する液滴衝突領域(A)を、上記基板の中心部と周縁部との間で移動させる液滴衝突領域移動工程と、この液滴衝突領域移動工程における上記液滴衝突領域の移動速度を、上記基板中心部より上記基板周縁部の方が遅くなるように変化させる移動速度制御工程とを含むことを特徴とする請求項16記載の基板処理方法である。

【0035】基板がその中心のまわりに回転しているとき、基板中心部以外では基板に対してエッチング液の液滴が衝突する領域は基板に対して移動する。このため、基板周縁部での液滴衝突領域の面積は、基板中心部での液滴衝突領域の面積より大きくなる。このため、単位時間あたりに供給されるエッチング液の液滴量が一定で、液滴衝突領域の移動速度が基板の中心部と周縁部とで同じ場合、基板の周縁部は基板の中心部に比べて単位面積あたりに供給されるエッチング液の液滴量が少なくなる。これにより、基板の周縁部は中心部に比べて基板表面に形成された薄膜のエッチング量が少なくなり平坦化の程度が悪くなる。

【0036】この発明によれば、液滴衝突領域の移動速度を基板中心部より基板周縁部で遅くすることにより、基板周縁部と基板中心部とで単位面積あたりに供給されるエッチング液の液滴量をほぼ同等にできる。これにより、基板周縁部と基板中心部とで、基板表面に形成された薄膜のエッチング量をほぼ同等にでき、基板全面に渡って良好に平坦化できる。請求項18記載の発明は、上記第1エッチング工程が、第1の流量で吐出されたエッチング液に第2の流量で吐出された気体を吹き付けてエッチング液の液滴を生成するエッチング液滴生成工程を含み、上記エッチング液滴生成工程が、上記第2の流量を変化させる工程を含むことを特徴とする請求項13ないし16のいずれかに記載の基板処理方法である。

【0037】この発明によれば、エッチング液と気体とを混合してエッチング液の液滴を生成する際、エッチング液の流量に対して気体の流量を変化させることができる。これにより、たとえば、基板に対するエッチング液の液滴の衝突速度を変化させることができる。上述の通り、基板が回転している場合、基板中心部と基板周縁部とで同一の条件でエッチング液の液滴を衝突させると、基板周縁部の方が薄膜のエッチング量が少なくなる。そこで、基板中心部より基板周縁部の方が、エッチング液の液滴の衝突速度が大きくなるようにすることにより、

基板周縁部と基板中心部とで、基板表面に形成された薄膜のエッチング量をほぼ同等にでき、基板全面に渡って良好に平坦化できる。

【0038】請求項19記載の発明は、上記第1エッチング工程の後、上記基板の表面にエッチング液を供給して上記基板の表面をエッチングする第2エッチング工程と、この第2エッチング工程の後、上記基板の表面に純水を供給して上記基板を洗浄する洗浄工程とをさらに含むことを特徴とする請求項13ないし18のいずれかに記載の基板処理方法である。この基板処理方法は、請求項8記載の基板処理装置により実施でき、請求項8記載の基板処理装置と同様の効果を奏することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下では、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る基板処理装置のレイアウトを示す図解的な平面図である。この基板処理装置は、基板の一例である半導体ウエハ(以下、単に「ウエハ」という。)Wに対して、その表面に銅薄膜を形成した後、銅薄膜表面を薄型化できる。すなわち、この基板処理装置は、いわゆるダマシン工程を実施することができるものである。

【0040】この基板処理装置は、未処理のウエハWおよび処理後のウエハWを収納するためのカセットCが所定方向に沿って複数個配列されるカセット載置部1と、ウエハWに対して電解メッキ処理を施して銅薄膜を形成する複数(この実施形態では3つ)のメッキ処理部2a~2cと、銅薄膜をエッチングする複数(この実施形態では3つ)のエッチング処理部3a~3cと、ウエハWにアニール処理を施すアニール処理部6a、6bとを備えている。

【0041】カセットCに収納された未処理のウエハWは、たとえば、表面に微細な配線溝またはホール(たとえば、多層配線の層間接続のためのもの)が形成され、予め表面にスパッタによるシード層が形成されたものである。メッキ処理部2a~2cでは、表面に配線溝等が形成されたウエハWに対して、配線溝等の底部から銅薄膜が成長するようなメッキ処理(ボトムアップタイプのメッキ処理)を施すことができる。

【0042】複数のメッキ処理部2a~2cおよびアニール処理部6aと、複数のエッチング処理部3a~3cおよびアニール処理部6bとは、直線搬送路4の両側に沿って配列されている。カセット載置部1は、直線搬送路4の一方端側に配置されている。アニール処理部6a、6bは、直線搬送路4の他方端付近において、直線搬送路4を挟んで対向配置されている。直線搬送路4には、この直線搬送路4に沿って往復移動可能な主搬送ロボット5が設けられている。

【0043】直線搬送路4のアニール処理部6a、6bに対向する部分には、搬入/搬出用ロボット7が配置さ



れており、搬入／搬出用ロボット7の直線搬送路4中央部側には、受け渡し台8が配置されている。未処理のウエハWは、主搬送ロボット5によってカセットCから1枚ずつ取り出され、メッキ処理部2a～2cのいずれかに搬入されて一方表面にメッキ処理が施される。メッキ処理が施されたウエハWは、主搬送ロボット5により、メッキ処理部2a～2cのいずれかから搬出されて受け渡し台8の上に載置される。受け渡し台8の上に載置されたウエハWは、搬入／搬出用ロボット7により、アニール処理部6aまたは6bに搬入され、アニール処理が施される。これにより、銅薄膜の特性（緻密度）を向上させることができる。アニール処理は、通常、複数枚のウエハWに対して同時に施される。

【0044】アニール処理が終了したウエハWは、搬入／搬出用ロボット7により、アニール処理部6aまたは6bから搬出されて、受け渡し台8の上に載置される。受け渡し台8の上に載置されたウエハWは、主搬送ロボット5により、エッチング処理部3a～3cのいずれかに搬入されてエッチング処理、洗浄および乾燥が施される。エッチング処理により、銅薄膜は平坦化および薄型化されて、配線溝等の内部にのみ銅薄膜が残された状態とされる。これらの処理が施されたウエハWは、主搬送ロボット5によってエッチング処理部3a～3cのいずれかから搬出され、カセット載置部1に載置されたカセットCに収納される。

【0045】図2は、エッチング処理部3a～3cの共通の構成を示す図解的な斜視図である。エッチング処理部3a～3cは、ウエハWをほぼ水平に保持して回転するスピンドル11と、スピンドル11に保持されたウエハWに向けてエッチング液の液滴を噴射するエッチング液滴噴射装置10と、スピンドル11に保持されたウエハWにエッチング液および純水を切り換えて供給可能な処理液供給装置26とを含んでいる。

【0046】スピンドル11は、ウエハWの底面中央部を吸着することによりウエハWを保持できるようになっている。スピンドル11は鉛直方向に沿って配された回転軸14を有しており、この回転軸14には、回転駆動機構15から、回転駆動力が与えられるようになっている。エッチング液滴噴射装置10は、二流体ノズル9と、二流体ノズル9に連通接続されたエッチング液配管17および圧縮空気配管18とを含んでいる。エッチング液配管17はエッチング液供給源17Sに接続されている。エッチング液供給源17Sからは、銅を溶解できる第1エッチング液を供給できるようになっている。第1エッチング液としては、たとえば、フッ酸、硝酸、および水の混合溶液や、硫酸、過酸化水素水、および水の混合溶液を使用することができる。

【0047】また、圧縮空気配管18は圧縮空気供給源18S（たとえば、コンプレッサ）に接続されている。エッチング液配管17には流量調整機能付きのバルブ1

7Bが介装されていて、バルブ17Bを開くことにより二流体ノズル9内に第1エッチング液を供給できるようになっている。また、バルブ17Bにより、エッチング液配管17を流れる第1エッチング液の流量調整をできるようになっている。圧縮空気配管18には流量調整機能付きのバルブ18Bが介装されていて、バルブ18Bを開くことにより二流体ノズル9内に圧縮空気を供給できるようになっている。また、バルブ18Bにより、圧縮空気配管18を流れる圧縮空気の流量調整をできるようになっている。

【0048】図3は、二流体ノズル9の構造を示す図解的な断面図である。二流体ノズル9は、いわゆる内部混合型の二流体ノズルであって、気体導入部211と、液体導入部210と、液滴形成吐出部212とが連結されて構成されている。気体導入部211、液体導入部210および液滴形成吐出部212はいずれも管形状を有していて、これらが直列に連結されて二流体ノズル9が構成されている。

【0049】液滴形成吐出部212は、液体導入部210の下方端に連結されており、下方に向かうに従って内径が小さくなるテーパ部212aと、この212aの下端に連なり、内径が一樣な直管形状のストレート部212bとを有している。気体導入部211は、液体導入部210の上側部に係合する大径部と、この大径部の下方に連なって液滴形成吐出部212の内部空間にまで達する小径部とを有し、その内部には先細り形状の気体導入路211aが形成されている。

【0050】液体導入部210には、液体（第1エッチング液）を導入するための液体導入路210aが側方に開口して形成されており、この液体導入路210aは、気体導入部211の小径部と液体導入部210の内壁との間のリング状の空間SP1に連通している。この空間SP1は、気体導入部211の小径部と液滴形成吐出部212の内壁との間のリング状の空間SP2を介して、液滴形成吐出部212のテーパ部212aの内部空間SP3（混合室）と連通している。

【0051】気体導入部211の気体導入路211aには、圧縮空気配管18が接続されている。液体導入路210aには、エッチング液配管17が接続されている。二流体ノズル9では、気体導入路211aから供給される圧縮空気と、液体導入路210aから空間SP1、SP2を介して供給される第1エッチング液とが、空間SP3において混合され、その結果、第1エッチング液の液滴が形成されることになる。この液滴は、テーパ部212aで加速され、ストレート部212bを介して、ウエハWに向けて噴射される。この液滴の噴流は、ストレート部212bの働きにより、極めて良好な直進性を有する。

【0052】図2を参照して、二流体ノズル9（液体導入部210）の側面には水平に延びるアーム19が結合

10

20

30

40

50



されており、アーム19は、鉛直方向に延びる回転軸20に結合されている。回転軸20には、回転軸20をその軸のまわりに揺動させる揺動機構21が結合されている。揺動機構21により、アーム19を介して回転軸20に結合された二流体ノズル9を、スピンベース11に保持されたウエハWの上方を円弧状に移動させることができる。この際、二流体ノズル9は、ウエハWの中心上方を通過して移動するようになっている。また、揺動機構21は、二流体ノズル9をスピンベース11に保持されたウエハWに対向しない退避位置に移動させることも

【0053】二流体ノズル9がスピンベース11に保持されたウエハWに対向したとき、二流体ノズル9とウエハWとの間隔は、5mmないし50mmになるようになっている。また、ストレート部212bの向きは、スピンベース11に保持されたウエハWに対してほぼ垂直に第1エッチング液の液滴が噴射されるような方向になっている。すなわち、第1エッチング液の液滴の噴射方向とウエハWの法線方向とがなす角度はほぼ0°になるようにされている。

【0054】処理液供給装置26は、純水が収容された純水供給源23S、および第2エッチング液が収容されたエッチング液収容槽24Sを含んでいる。純水供給源23Sには純水配管23の一端が連通接続されており、エッチング液収容槽24Sにはエッチング液配管24の一端が連通接続されている。純水配管23およびエッチング液配管24の他端は、処理液配管22の一端に連通接続されており、処理液配管22の他端には、処理液供給ノズル13が連通接続されている。

【0055】エッチング液収容槽24Sに収容された第2エッチング液は、たとえば、第1エッチング液と同じ種類でかつ酸などの有効成分の濃度が高いものである。エッチング液配管24の一部には、そのまわりに電熱式のヒータ25が配されており、第2エッチング液を加熱できるようになっている。エッチング液配管24のヒータ25より下流側には、三方バルブ24Bが介装されている。三方バルブ24Bにはリターン配管28が取り付けられており、リターン配管28はエッチング液収容槽24Sの内部に延設されている。三方バルブ24Bを操作することにより、図示しないポンプにより第2エッチング液を、エッチング液収容槽24S、エッチング液配管24、およびリターン配管28の間で循環させたり、エッチング液収容槽24Sから処理液供給ノズル13へと供給できるようになっている。

【0056】純水配管23にはバルブ23Bが介装されている。三方バルブ24Bにより第2エッチング液が処理液供給ノズル13へと供給されないようにし、バルブ23Bを開くことにより、処理液供給ノズル13から純水を供給でき、バルブ23Bを閉じ、三方バルブ24Bを第2エッチング液が処理液供給ノズル13供給される

ようにすることにより、処理液供給ノズル13から第2エッチング液を供給できるようになっている。

【0057】処理液配管22には、図示しない移動機構が結合されており、この移動機構により処理液供給ノズル13を、スピンベース11に保持されたウエハWに対向した対向位置と、スピンベース11の側方に退避した退避位置との間で移動できるようになっている。バルブ17B、18B、23Bの開閉、三方バルブ24Bの操作、回転駆動機構15および揺動機構21の動作、ヒータ25の通電などは制御部30により制御される。

【0058】図4は、エッチング工程におけるウエハWの表面状態を示す図解的な断面図である。図2および図4を参照して、エッチング処理部3aないし3cにおけるエッチング処理の手順について説明する。まず、制御部30により、バルブ17B、18B、23Bが閉じた状態とされ、三方バルブ24Bを第2エッチング液が処理液供給ノズル13へと供給されないようにされる。また、制御部30によりヒータ25に通電されて、エッチング液収容槽24Sに収容された第2エッチング液の加熱が開始される。

【0059】そして、制御部30により揺動機構21および図示しない移動機構が制御されて、二流体ノズル9および処理液供給ノズル13がそれぞれ退避位置に移動される。続いて、主搬送ロボット5（図1参照）により、メッキ処理部2aないし2cのいずれかで表面に銅薄膜が形成され、アニール処理部6aまたは6bでアニール処理が施されたウエハWが搬入されて、ウエハWの中心が回転軸14の中心軸上に位置するようにスピンベース11に保持される。この際、ウエハWは、メッキ処理が施された面が上に向けられて保持される。

【0060】このときのウエハWは、図4(a)に示すように、表面全面を覆うように銅薄膜Fが形成されている。ウエハWの表面（たとえば、ウエハW上に形成された絶縁膜の表面）には多数の配線溝または配線用ホールH（以下、「配線溝等H」という。）が形成されており、銅薄膜Fはこの配線溝等Hを埋めるように形成されている。ウエハWの配線溝等Hは、幅（径）が狭い配線溝等Hnおよび幅（径）が広い配線溝等Hwを含んでいる。ウエハWは、ボトムアップタイプのメッキ処理が施されているので、幅が狭い配線溝等Hnの上方では銅薄膜Fは厚く成長しており、他の部分から突出した突出部Pが形成されている。一方、幅が広い配線溝等Hwの上方では、銅薄膜Fの表面には他の部分より低くなった凹所Cが形成されている。

【0061】また、図4(a)には示されていないが、銅薄膜Fは、電解メッキで形成されたことにより、ウエハWの中心部と周縁部とで厚さが異なっている。このため、ウエハW（銅薄膜F）の表面は、全体として緩やかな湾曲面を形成している。次に、制御部30により、揺動機構21が制御されて二流体ノズル9がウエハWの中

心部に対向するように移動され、回転駆動15が制御されてスピンベース11に保持されたウエハWが回転される。その後、制御部30によりバルブ17B、18Bが所定の開度で開かれて、エッチング液供給源17Sおよび圧縮空気供給源18Sから、それぞれ第1エッチング液および圧縮空気が各所定の流量で二流体ノズル9に供給される。

【0062】これにより空間SP3内で第1エッチング液の液滴が生成されてストレート部212bからウエハWに向けて噴射され(図3参照)、第1エッチング工程が実施される。第1エッチング液の液滴の径は0.1μmないし100μmであり、第1エッチング液の液滴がウエハWに衝突する衝突速度は10m/sないし300m/s(より好ましくは、50m/sないし300m/s)である。ストレート部212bの内径はウエハWの径と比べて著しく小さいので、ウエハWの表面において第1エッチング液の液滴が衝突する領域A(以下、「液滴衝突領域A」という。)は、ウエハW表面の限られた領域となる。二流体ノズル9がウエハWの中心部に対向しているときの液滴衝突領域Acは、ウエハW中心近傍のほぼ円形の領域となる。また、ウエハWの中心から離れた位置に二流体ノズル9が位置していれば、ウエハWの回転に伴って環状の液滴衝突領域Apが形成される。

【0063】第1エッチング工程において、第1エッチング液L1の液滴Ldは、図4(b)に示すようにウエハWの表面に形成された銅薄膜Fに衝突すると、跳ね返ることなく、銅薄膜Fの表面に沿って速やかに広がる。このとき、銅薄膜Fのうち突出部Pは他の部分と比べて大きなエッチング速度でエッチングされる。銅薄膜Fに衝突した後銅薄膜Fに沿う移動速度が減衰された第1エッチング液L1は、ウエハWの回転に伴う遠心力により、側方に振り切られる。これにより、新たに銅薄膜Fに衝突する第1エッチング液L1の液滴Ldは、ウエハWの表面に沿って拡がりやすくなる。このようにして、適当な時間、銅薄膜Fの表面に向けて第1エッチング液L1の液滴Ldが噴射されると、突出部Pが良好な選択性でエッチングされていき、銅薄膜Fの表面は平坦化される。

【0064】これは、第1エッチング液L1を液滴にせずそのままウエハW表面に供給した場合と大きく異なる点である。第1エッチング液L1を液滴Ldにせず、そのままウエハW表面に供給した場合、第1エッチング液L1は銅薄膜F表面に対して等方的に作用するので、銅薄膜Fは表面に段差を有したままエッチングされる。その結果、図4(e)に示すように、配線溝等H以外の部分の銅薄膜Fがなくなるようにエッチングすると、銅薄膜Fには、幅が狭い配線溝等HnにおいてはウエハWの表面から突出した突出部Pが残り、幅が広い配線溝等Hwにおいては配線溝等Hwの形状を反映して凹所Cが形成される。

【0065】制御部30は、二流体ノズル9による第1エッチング液L1の液滴Ldの噴射と並行して、揺動機構21を制御して二流体ノズル9をウエハWの中心部に対向する位置からウエハWの周縁部に対向する位置へとゆっくりと移動させる。これに伴って、液滴衝突領域AはウエハWの中心部から周縁部へと移動する。ウエハWは回転しているので、液滴衝突領域Aがこのように移動することにより、銅薄膜FはウエハW全面にわたって平坦化される。このとき、ウエハWの中心部に対向する位置からウエハWの周縁部に対向する位置に向かうに従い、二流体ノズル9の移動速度が遅くなるように、揺動機構21が制御される。

【0066】液滴衝突領域Apの面積は、液滴衝突領域Acの面積より大きいので、液滴衝突領域Aの移動速度がウエハWの中心部と周縁部とで同じ場合、ウエハWの周縁部は中心部に比べて単位面積あたりに供給される第1エッチング液L1の液滴量が少なくなる。これにより、ウエハWの周縁部は中心部と比べて銅薄膜Fのエッチング量が少なくなり平坦化の程度が悪くなる。上述した二流体ノズル9の移動速度の制御は、このような不具合を解消するためのものであり、液滴衝突領域Aの移動速度はウエハW中心部よりウエハW周縁部の方が遅くされることにより、ウエハWの中心部と周縁部とで単位面積あたりに供給される第1エッチング液L1の液滴量がほぼ同等にされる。これにより、ウエハWの中心部と周縁部とで、銅薄膜Fのエッチング量をほぼ同等にでき、ウエハW全面に渡って銅薄膜Fを良好に平坦化できる。

【0067】また、第1エッチング液L1は、緩やかな湾曲面をなすウエハWの表面に沿って拡がることで、銅薄膜Fの局所的な突出部Pのみをエッチングできる。したがって、銅薄膜Fの厚さ分布が一様でなくても、ウエハW全面に渡って突出部Pをなくすることができる。二流体ノズル9がウエハWの最外周部に対向する位置まで移動されると、制御部30は揺動機構21の動作を停止するように制御して、二流体ノズル9の移動が停止される。同時に、制御部30はバルブ17B、18Bを閉じるように制御して、ウエハWへの第1エッチング液L1の液滴Ldの噴射が停止される。これにより、第1エッチング工程は終了する。

【0068】次に、制御部30の制御により、図示しない移動機構が制御されて処理液供給ノズル13がウエハWに対向する位置に移動される。そして、制御部30の制御により三方バルブ24Bが第2エッチング液が処理液供給ノズル13へ供給される状態にされ、処理液供給ノズル13から加熱された第2エッチング液が吐出されて、第2エッチング工程が実施される。この間も、回転駆動機構15によるウエハWの回転は継続される。

【0069】このとき、第2エッチング液L2は、図4(c)に示すように、第1エッチング工程によりすでに平坦化された銅薄膜Fの表面を覆うように流れる。これ

により、銅薄膜Fは等方的にエッチングされる。すなわち、銅薄膜Fは表面の平坦性を保ったまま薄くされる。第2エッチング液L2は、第1エッチング液L1と比べて有効成分の濃度が高くかつ高温であるので、銅薄膜Fは迅速にエッチングされる。

【0070】所定時間、ウエハWへの第2エッチング液L2の供給が継続されると、図4(d)に示すようにウエハWの表面は、配線溝等Hの内部にのみ銅薄膜Fが存在する状態となる。この状態では、幅(径)の狭い配線溝等Hnにおいても、また、幅(径)の広い配線溝等Hwにおいても、銅薄膜Fの表面はウエハWの表面とほぼ面一になる。次に、制御部30の制御により、三方バルブ24Bが処理液供給ノズル13へ第2エッチング液が供給されない状態にされ、バルブ23Bが所定時間開かれて、処理液供給ノズル13からウエハWに向けて純水が吐出される。これにより、ウエハW表面は洗浄され第1および第2エッチング液L1、L2などは除去される。続いて、制御部30により回転駆動機構15が制御されて、スピンドル11が一定時間高速回転され、ウエハWの水分の振り切り乾燥が行われた後、スピンドル11の回転が停止される。

【0071】その後、制御部30により揺動機構21および図示しない移動機構が制御されて、二流体ノズル9および処理液供給ノズル13がそれぞれ退避位置に移動され、主搬送ロボット5により処理済みのウエハWが搬出されて、1枚のウエハWのエッチング処理が終了する。以上の基板処理装置は、メッキ処理部2a~2cとエッチング処理部3a~3cとをインライン化したものであり、メッキ処理とエッチング処理とを同一の装置内で行うことができる。エッチング処理部3a~3cは、メッキ処理部2a~2cと同様に処理液(エッチング液)を用いた化学的作用によりウエハWを処理するものである。このようなインライン化が可能である。

【0072】以上のエッチング処理は、CMPのように物理的な研磨を伴わず、第1および第2エッチング液L1、L2の化学的な作用のみによって処理するものである。したがって、発塵を伴わずクリーンな工程でウエハW表面に形成された銅薄膜Fを平坦化および薄型化できる。このため、この基板処理装置は平坦化および薄型化の工程以外の他の工程を実施する装置と同じ部屋に配して使用することができる。

【0073】この発明の一実施形態の説明は、以上のとおりであるが、この発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、以上の実施形態では、二流体ノズル9の移動速度をウエハW中心部に対向する位置よりウエハW周縁部に対向する位置で遅くなるように制御することにより、ウエハWの中心部と周縁部とで、銅薄膜Fがほぼ同等に平坦化されるようにしている。しかし、このような制御に替えて、ウエハWの中心部と周縁部とで、ウエハWの表面に衝突する第1エッチング液L1の液滴L

dの衝突速度を変化させることにより、銅薄膜Fがほぼ同等に平坦化されるようにしてもよい。

【0074】この場合、制御部30により、バルブ17Bの開度は一定にされ、バルブ18Bの開度は、二流体ノズル9がウエハWの中心部に対向する位置から周縁部に対向する位置に移動するに従って大きくなるように制御される。これにより、二流体ノズル9に供給される第1エッチング液L1の流量は一定であるが、二流体ノズル9に供給される圧縮空気の流量は、液滴衝突領域AがウエハWの中心部から周縁部に移動するに従って大きくなる。その結果、第1エッチング液L1の液滴LdのウエハW表面に対する衝突速度および第1エッチング液L1の銅薄膜F表面に沿う移動速度は、液滴衝突領域AがウエハWの中心部から周縁部に移動するに従って大きくなる。これにより、銅薄膜Fのエッチング量は、ウエハWの中心部と周縁部とでほぼ同等になる。

【0075】第1エッチング工程において、二流体ノズル9は、ウエハWの中心部から周縁部に向かって移動している。しかし、二流体ノズル9の動きはこれに限定されるものではなく、たとえば、二流体ノズル9は、ウエハWの周縁部から中心部に向かって移動するものであってもよく、ウエハWの中心部と周縁部との間を往復するものであってもよい。以上の実施形態において、ウエハWのアニールを行っているが、これは銅薄膜Fの特性を向上させることが目的であり、エッチングを均一に行うためではない。すなわち、アニール工程が省略され、銅薄膜Fがアニールにより焼きしめられていない場合でも、第1エッチング液L1により銅薄膜Fを均一にエッチングできる。したがって、この基板処理装置によりウエハW表面をエッチングするに際して、アニール工程は必ずしも必要ではない。

【0076】上記の二流体ノズル9は、二流体ノズル9内の空間SP3で第1エッチング液L1に圧縮空気を吹き付けて液滴Ldを生成し、二流体ノズル9の外部に液滴Ldを噴射するもの(内部混合)であるが、開放された空間で第1エッチング液L1に圧縮空気を吹き付けて液滴Ldを生成し噴射するもの(外部混合)であってもよい。第1エッチング液と第2エッチング液とが同じ種類で、第2エッチング液の有効成分の濃度が、第1エッチング液の有効成分の濃度より十分高い場合は、ヒータ25を廃してもよい。また、第2エッチング液が良好なエッチング特性を有するように第2エッチング液を加熱できる場合は、第1エッチング液と第2エッチング液とは同じのものであってもよい。いずれの場合でも、表面が平坦化された銅薄膜Fを第2エッチング液により迅速にエッチングできる。

【0077】ウエハWの表面を平坦化(図4(b))した後、CMPにより銅薄膜Fを研磨して薄型化してもよい。この基板処理装置は、さらに、ウエハWの表面に有機溶剤を供給する有機溶剤供給装置を備えていてもよ

く、ウエハWの純水による洗浄の後、有機溶剤供給装置によりウエハWを有機溶剤（たとえば、イソプロピルアルコール）で洗浄することとしてもよい。

【0078】ウエハWの表面に形成される金属膜は銅薄膜F以外に、たとえばアルミニウム薄膜であってもよい。適当な種類の第1エッチング液L1を選択することにより、表面に金属膜以外の薄膜が形成された基板に対しても、この薄膜を均一に薄型化できる。処理対象の基板は、ウエハWのような円形基板以外に、たとえば、液晶表示装置用ガラス基板のような角形基板であってもよい。

【0079】その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る基板処理装置のレイアウトを示す図解的な平面図である。

【図2】エッチング処理部の構成を示す図解的な斜視図である。

【図3】二流体ノズルの構造を示す図解的な断面図である。

【図4】エッチング工程におけるウエハの表面状態を示す図解的な断面図である。

【符号の説明】

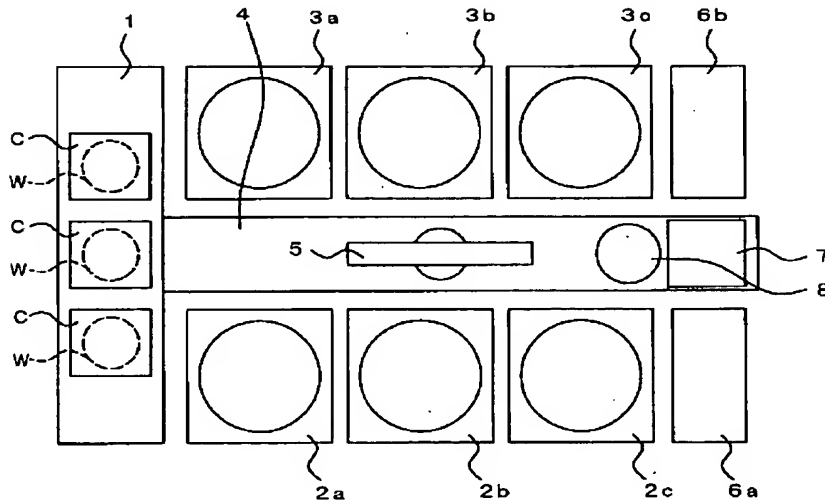
2a～2c メッキ処理部

3a～3c エッチング処理部

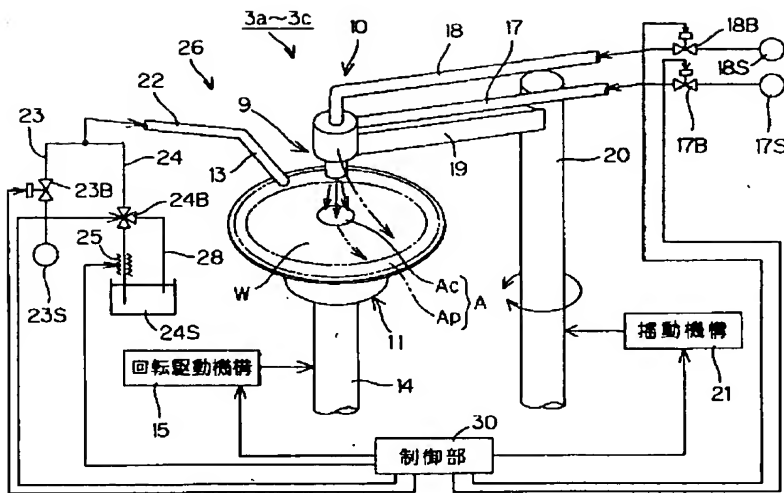
- |          |             |
|----------|-------------|
| * 5      | 主搬送ロボット     |
| 6        | アニール処理部     |
| 9        | 二流体ノズル      |
| 10       | エッチング液滴噴射装置 |
| 11       | スピンベース      |
| 13       | 処理液供給ノズル    |
| 15       | 回転駆動機構      |
| 17, 24   | エッチング液配管    |
| 17B, 18B | バルブ         |
| 17S, 24S | エッチング液供給源   |
| 18       | 圧縮空気配管      |
| 18S      | 圧縮空気供給源     |
| 21       | 揺動機構        |
| 22       | 処理液配管       |
| 23       | 純水配管        |
| 23S      | 純水供給源       |
| 25       | ヒータ         |
| 26       | 処理液供給装置     |
| 30       | 制御部         |
| 20 A     | 液滴衝突領域      |
| Ld       | 第1エッチング液の液滴 |
| L1       | 第1エッチング液    |
| L2       | 第2エッチング液    |
| W        | ウエハ         |

\*

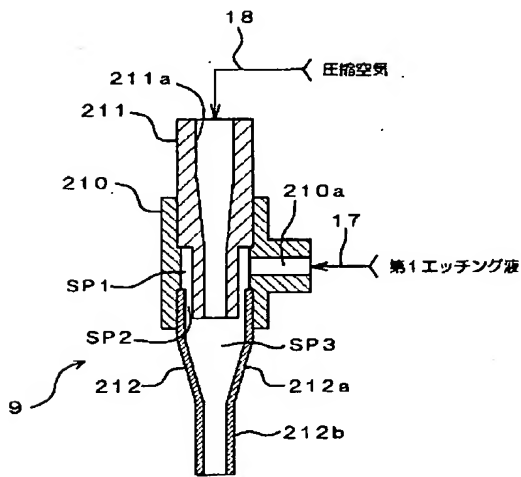
【図1】



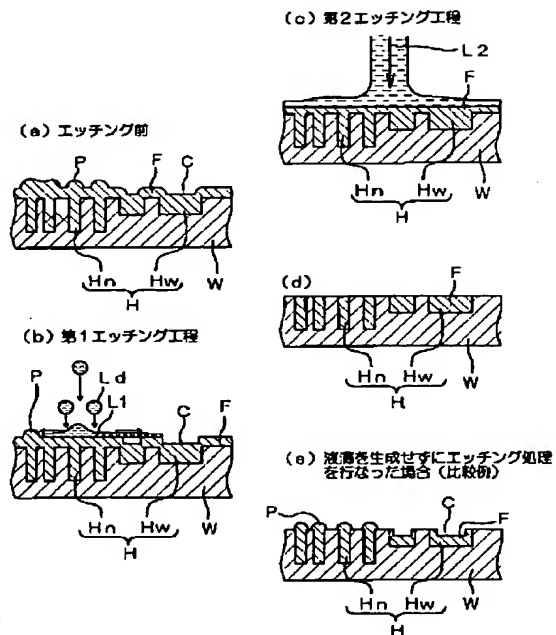
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F033 HH11 MM01 PP27 QQ19 QQ31  
 QQ73 WW00 WW01 XX01  
 5F043 AA26 EE07 EE08 EE10 EE12  
 EE24 EE27 GG02 GG04